

# Radiologische Befunderhebung an der Brustwirbelsäule des Pferdes gemäß des Röntgenleitfadens 2007 unter Berücksichtigung der klinischen Relevanz

Carmen P. Geiger<sup>1</sup> und Hartmut Gerhards<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pferdeklinik Wolfesing

<sup>2</sup> Klinik für Pferde der Universität München

**Zusammenfassung:** Sowohl Tierärzte als auch Pferdebesitzer beschäftigen sich zunehmend mit dem Auftreten tatsächlicher oder nur vermuteter Rückenerkrankungen bei Pferden. Sehr häufig werden muskuläre Verspannungen im Rücken, welche z.B. durch schmerzhafte Erkrankungen der Gliedmaßen oder durch fehlerhafte reiterliche Einwirkung entstehen, als Rückenerkrankung fehldiagnostiziert. Andererseits zeigen Pferde mit massiven radiologischen Befunden an den Dornfortsätzen oft keinerlei klinische Auffälligkeiten. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Röntgenbilder der kaudalen Brust- und kranialen Lendenwirbelsäule (T10-L1) gemäß des Röntgenleitfadens (RöLf) 2007 auszuwerten und in Bezug zu numerischen Größen sowie klinischen und artspezifischen Gesichtspunkten zu setzen. Hierfür wurden von 404 Pferden Röntgenbilder im Bereich der Sattellage (T10-L1) angefertigt. Davor wurde bei jedem Tier eine ausführliche klinische Untersuchung des Rückens durchgeführt. Ebenso wurden die artspezifischen Merkmale (Geschlecht, Rasse, Nutzungsart, Bemuskelung), reiterliche Probleme und die numerischen Größen (Gewicht, Stockmaß, Alter) ermittelt. Es konnte gezeigt werden, dass auch bei klinisch gesunden Pferden teils erhebliche radiologische Veränderungen an den Dornfortsätzen im Bereich der Sattellage vorkommen. Dennoch treten erhebliche Veränderungen gemäß Röntgenklasse III-IV laut Röntgenleitfaden bei klinisch und reiterlich auffälligen Pferden deutlich häufiger auf. Art der sportlichen Nutzung, Körperform, Alter, Gewicht und Stockmaß haben deutliche Einflüsse auf das Auftreten von radiologischen Befunden an den Dornfortsätzen.

**Schlüsselwörter:** Pferd / degenerative Veränderungen / Dornfortsatz / klinische Relevanz / Röntgenleitfaden 2007 / kissing spines syndrom

## Radiological findings in the thoracic spine of the horse according to the german Radiographic Guidelines 2007 considering the clinical relevance

Both veterinary surgeons and horse owners are becoming increasingly concerned about the existence of actual or only inapparent back disorders in horses. Very often, tension in the back, caused by painful limb disorders, or by inaccurate riding influence, for example, are misdiagnosed as diseases of the back. On the other hand, horses with severe radiological findings in the spinous processes do not show any clinical abnormalities at all. The objective of this paper was to assess X-rays of the caudal thoracic and cranial lumbar spine (T10 – L1) in accordance with the German X-ray classification guidelines (Röntgenleitfaden, RöLf) 2007 and relate them to numerical values, clinical and species-specific considerations. For this purpose, X-rays were taken of the saddle position area (T10-L1) of 404 horses. Prior to this, a detailed clinical examination of the back of each animal was carried out. Similarly, the species-specific features (sex, race, type of use, equestrian problems, muscular development) and the numerical values (weight, height, age) were determined. We found evidence, that radiological findings on the spinous processes in the area of the saddle position can also occur in clinically healthy horses. Nevertheless, considerable changes, as classified in the X-ray class III-IV according to the german X-ray classification guidelines 2007, occur distinctly more often in horses showing clinical and equestrian abnormalities. Type of use, anatomy, age, weight and height do have a distinct influence on the incidence of radiological findings on the spinous process.

**Keywords:** horse / degenerative changes / spinous process / clinical relevance / kissing spines syndrom

**Zitation:** Geiger C. P., Gerhards H. (2015) Radiologische Befunderhebung an der Brustwirbelsäule des Pferdes gemäß des Röntgenleitfadens 2007 unter Berücksichtigung der klinischen Relevanz. *Pferdeheilkunde* 31, 39-48

**Korrespondenz:** Dr. Carmen Ph. Geiger, Am Isarkanal 3, 85737 Ismaning, E-Mail: carmen.geiger@gmx.de

## Einleitung

In der tierärztlichen Praxis werden immer mehr Pferde mit Rückenerkrankungen vorgestellt. Hierbei handelt es sich nicht nur um Sportpferde, sondern auch um Freizeitpferde. Ursächlich sind die von den Besitzern wahrgenommenen Leistungseinbußen, zunehmende Reitprobleme sowie merkliche Wesensveränderungen der Pferde. Für viele Reiter und Züchter stellt dies ein erhebliches Problem dar. Welche Faktoren für die Entstehung der verschiedenen radiologischen Befunde an der Brust- und Lendenwirbelsäule maßgeblich mitverantwortlich sind, konnte bis heute noch nicht eindeutig geklärt werden. Aus diesem Grund wurden bei einer großen Anzahl von Pferden klinische und radiologische Befunde im Bereich der Sattellage

erhoben. Anschließend wurde bei diesen Befunden der Zusammenhang mit anatomischen, physiologischen und nutzungsbedingten Faktoren überprüft, um eine genauere Aussage über ihren Einfluss bei der Entstehung von Rückenerkrankungen geben zu können.

## Material und Methoden

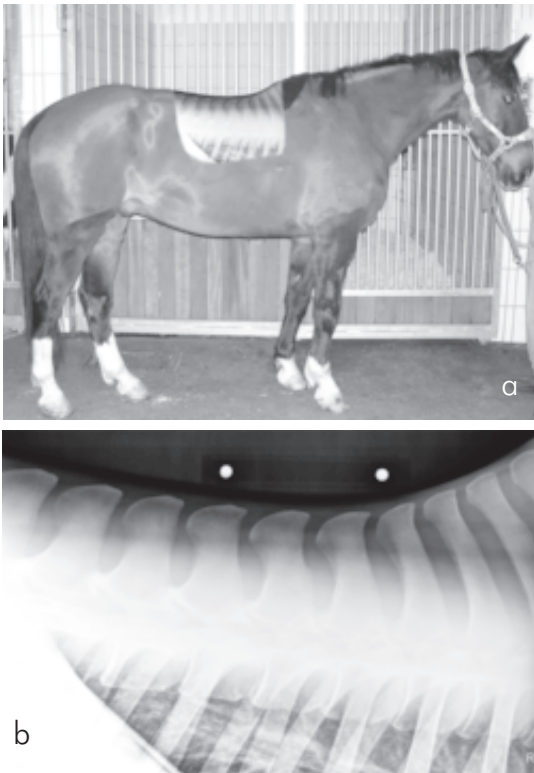
### Patienten

Es wurde der Rücken von 404 Pferden im Bereich der Sattellage sowohl klinisch als auch radiologisch untersucht. Insgesamt wurden 267 Warmblüter (267/404, 66,1%), 61 Ponys

(61/404, 15,1%), 25 Quarter Horses (25/404, 6,2%), 19 Arabische Vollblüter (19/404, 4,7%) und 32 sonstigen Rassen (32/404, 7,9%) verschiedenen Alters (2–31 Jahre) und beiderlei Geschlechts (Stuten 150/404, 37,1%), Wallache (198/404, 49,0%), Hengste (56/404, 13,9%) untersucht. Hinsichtlich ihrer sportlichen Nutzung erfolgte eine Einteilung in Freizeit- (145/404, 35,9%), Dressur- (119/404, 29,5%), Spring- (96/404, 23,8%) und anderweitig genutzte Pferde (44/404, 10,9%).

### Röntgenaufnahmen

Bei jedem Pferd wurde eine seitliche Aufnahme des Rückens angefertigt, bei der die Dornfortsätze im Bereich von T10–L1 beurteilt werden konnten (Abb. 1a,b). Die Herstellung dieser Aufnahmen erfolgte mit folgenden Geräten: stationärer, mikroprozessorgesteuerter Multipuls-Röntgengenerator mit einer Leistungsfähigkeit von 800 mA bei gleichzeitig 100 kV bzw. 530 mA bei 150 kV (Polydoros® 80, Fa. Siemens), Detektorsy-

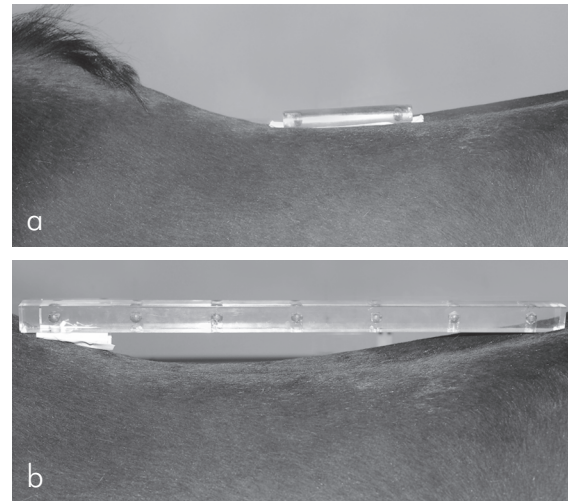


**Abb. 1** a/b: Radiologische Darstellung des Bereichs T10–L1  
Radiologic imaging of the area Th 10–L1

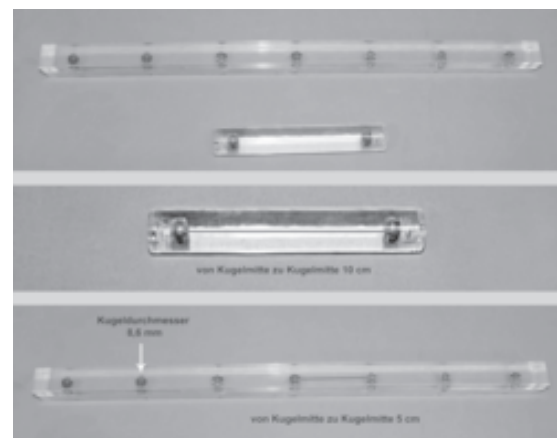
stem XDR 1-M® (Veterinärmedizinisches Dienstleistungszentrum GmbH (VetZ)), Flachdetektor CXDI-50 G® (Fa. Canon). Der Flachdetektor (35 cm × 43 cm) wurde in einen beweglichen bzw. fahrbaren Kassettenhalter der Fa. Podoblock eingelegt und anschließend mit 50 bis 96 kV und 30 bis 63 mAS bei einem Film-Fokus-Abstand von ca. 100 cm exponiert.

Der Röntgenzentralstrahl wurde bei jedem Pferd im Bereich des 14. bis 16. Brustwirbels projiziert. Zur Markierung hierfür diente eine 10 cm lange Messstrecke, die am Pferderücken in diesem Bereich befestigt wurde (Abb. 2 a,b und 3). Der Strahlengang erfolgte von lateral im 90°-Winkel zur Wirbelsäule, der Flachdetektor wurde dabei leicht schräg ans Pferd angelegt, um den

Objekt-Film-Abstand zu verkürzen (Sager 1997). Um die zu durchdringende Schichtdicke zu minimieren, wurde die Aufnahme bei maximaler Expiration angefertigt (Butler et al. 2010). Bei den unsedierten Pferden wurde darauf geachtet, dass die Tiere eine nahezu physiologische Körperhaltung, physiologische Kopf-Hals-Haltung und eine gerade Rückenlinie einnahmen, sowie alle 4 Gliedmaßen gleichmäßig belasteten.



**Abb. 2** a) kurze Messstrecke, Kugelabstand 10 cm b) lange Messstrecke, Kugelabstand 5 cm auf Pferderücken  
a) short measuring device, distance between metal balls 10 cm, b) long measuring device, distance between metal balls 5 cm on a horse's back



**Abb. 3** Beide Messstrecken. Kurze (Kugelabstand 10 cm), lange Messstrecke über den gesamten Röntgenbereich Th10–L1 (Kugelabstände 5 cm), Kugeldurchmesser 8,6 mm  
Both measuring devices. Short (distance between metal balls 10 cm), long measuring device covering the complete saddle position area (Th10–L1)

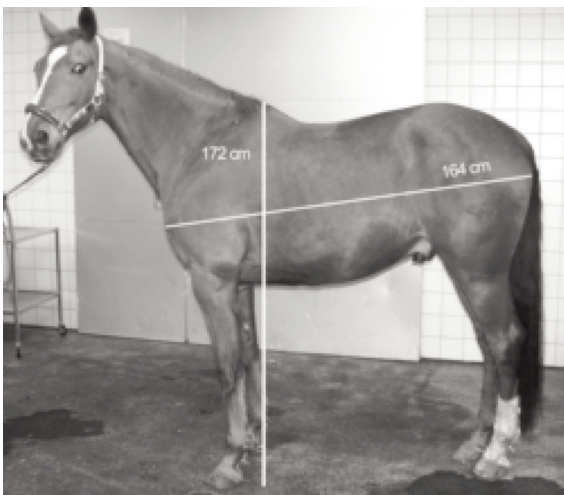
Vor den oberen Teil des Austrittsfensters der Röntgenröhre wurde ein Alu-Keil der Firma Podoblock eingesetzt, um die Streustrahlung im Bereich der Dornfortsatzenden zu verringern. Da die Schichtdicke des Weichteilgewebes im Strahlengang von proximal nach distal zunimmt, würde proximal mehr Strahlung durch das Gewebe dringen und das Röntgenbild in diesem Bereich schwarz erscheinen. Durch den Alu-Keil wird die Strahlung im proximalen Bereich stärker absorbiert als im distalen, sodass die Strahlung nach dem Durchtritt durch das Gewebe annähernd gleichmäßig auf den Flachdetektor auftrifft.

### Auswertung der Aufnahmen

Für die Auswertung der Röntgenbilder wurde das Computerprogramm easyVET der Firma Veterinärmedizinisches Dienstleistungszentrum GmbH (VetZ) verwendet. Ausgewertet wurden nur solche Röntgenbilder, bei denen der gesamte Bereich T10 bis L1 dargestellt war.

### Klinische Untersuchung

Der Rücken der Pferde wurde vor der Erstellung der Röntgenbilder in einem Untersuchungsstand klinisch untersucht. Bei allen Pferden wurden Körpergewicht und Widerristhöhe (Stockmaß) bestimmt, sowie eine Beurteilung des Exterieurs hinsichtlich Rückenmuskulatur und Körperform vorgenommen. Es erfolgte eine Einteilung in schwach, mäßig und gut bemuskelte Pferde.



**Abb. 4** Hochquadratisches Pferd (Stockmaß > Längenmaß)  
*High quadratic horse (height > length)*

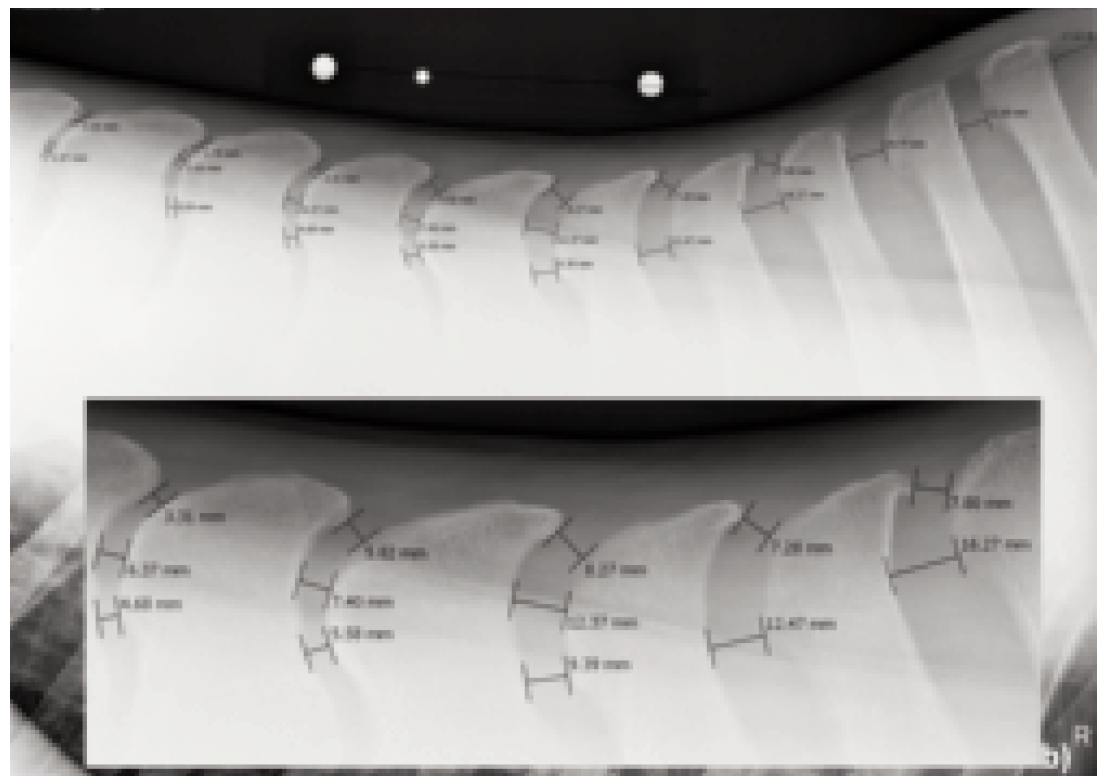
Als schwach bemuskelt wurden Pferde eingeteilt, bei denen die Dornfortsätze proximal bis zum mittleren Bereich deutlich sicht- und palpierbar waren. Bei mäßig bemuskelten Pferden waren die Dornfortsatzenden deutlich sichtbar und die Dornfortsatzkappen gut palpierbar. Als gut bemuskelt wurden Pferde kategorisiert, bei denen die Dornfortsatzenden nicht sichtbar und die Dornfortsatzkappen schlecht bis gar nicht palpierbar werden konnten (Ranner 1997). Es fand eine Einteilung der Körperform in hochquadratisch (auffallend kurze Rückenlinie, Abb. 4), quadratisch und längsquadratisch (auffallend lange Rückenlinie) statt. Hierfür wurde das Stockmaß mit dem Längenmaß (Länge vom Buggelenk bis zum Sitzbeinhöcker) verglichen. Quadratisch: Höhe = Länge, längsquadratisch: Höhe < Länge, hochquadratisch: Höhe > Länge. Mit Hilfe von Fragebögen wurden beim Pferdebesitzer Informationen über Nutzung des Pferdes, Ausbildungsstand sowie klinische und reitliche Auffälligkeiten für jedes Pferd eingeholt.

### Beurteilung des Abstandes zwischen den Dornfortsätzen, Auswertung der Röntgenbilder (Abb. 5)

Um eine korrekte Messung der Interspinalräume durchführen zu können, wurde die 10 cm lange Mess- bzw. Kontrollstrecke am Rücken der Pferde im thorakolumbalen Bereich T10 bis L1 befestigt. Anschließend konnte bei der Auswertung der Abstände eine genaue Umrechnung mittels dieser Maßeinheit erfolgen. Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte gemäß dem Röntgenleitfaden 2007 (RöLf).

### Statistische Auswertung

Die Auswertung der Röntgenbefunde und die zuvor erhobenen Daten zu den einzelnen Patienten erfolgte mittels einer sog. deskriptiven Statistik. Diese gab sowohl die Mittelwerte, die



**Abb. 5** Röntgenbild mit Messlinien  
*X-rays with measuring lines*

Standardabweichung, die Mediane als auch die Minimal- und Maximalwerte an und wurde mit dem Microsoft Excel Programm 2007 erstellt. Anschließend erfolgten weitere Auswertungen zur Signifikanz (Harms 1998, Fahrmeir et al 2003).

Bei den erhobenen Befunden und klinischen Aspekten handelte es sich um nominal und ordinal verteilte Merkmale. Aus diesem Grund erfolgte die statistische Auswertung mit dem „Chi-Quadrat-Test“. Bei kleineren Stichprobengrößen wurde der exakte Test nach R.A. Fischer verwendet (Harms 1998, Fahrmeir et al 2003).

Für die Beurteilung der numerischen Größen (Alter, Gewicht und Stockmaß) bezüglich der ermittelten Veränderungen wurde der T-Test für unabhängige Stichproben eingesetzt (Harms 1998, Fahrmeir et al 2003). Folgende Signifikanzstufen wurden für die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  in allen Tests festgelegt (Harms 1998, Fahrmeir et al 2003):  $p > 0,05$  nicht signifikant,  $p \leq 0,05$  signifikant,  $p \leq 0,01$  hoch signifikant,  $p \leq 0,001$  höchst signifikant

## Ergebnisse

### Allgemeine und spezielle Untersuchung Gewicht und Stockmaß

Die untersuchten Pferde wiesen ein Gewicht von 80 kg bis 940 kg (durchschnittlich 550 kg) auf. Das Stockmaß lag zwischen 65 cm und 182 cm (Durchschnittsstockmaß 164 cm).

### Körperform

Von 404 untersuchten Tieren wurden 56 Pferde als hochquadratisch (13,9%), 176 Pferde als längsquadratisch (43,6%) und 215 Pferde als quadratisch (53,2%) eingestuft.

### Bemuskelung

12,6% (51/404) der Pferde wiesen im Bereich der der langen Rückenmuskulatur eine geringe, 43,6% (177/404) eine mäßige und 43,8% (176/404) eine gute Bemuskelung auf. Bezüglich der Bemuskelungstypen und den einzelnen röntgenologischen Befunden konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden.



**Abb. 6** Verteilung der Gesamtströntgenklassen bei hochquadratischen (HQ), längsquadratischen (LQ) und quadratischen (Q) Pferden  
*Distribution of overall X-ray classes of high quadratic (HQ), linear quadratic (LQ) and quadratic (Q) horses*

## Palpationsbefund

Jedes der 404 Pferde wurde klinisch untersucht. Hierbei wiesen nur 8,2% (33/404) der Pferde einen klinisch positiven (auffälligen) Palpationsbefund auf. Die Mehrheit der Pferde (91,8% (371/404)) zeigten keinerlei klinische Anzeichen, die für eine Rückenproblematik hinweisend gewesen wären.

## Probleme beim Reiten

5,9% (24/404) der Pferde zeigten laut Bericht des Besitzers reiterliche Auffälligkeiten, die im Zusammenhang mit Rückenproblemen stehen können. Ähnlich wie bei den Palpationsbefunden war auch hier die Mehrheit der Tiere (94,1%) unauffällig. Bei allen 404 Pferden wurde anhand ihrer gemessenen bzw. errechneten Zwischenwirbelabständen und radiologischen Auffälligkeiten ihre Gesamtströntgenklasse bestimmt. Hierbei war auffällig, dass sich kein Pferd in Röntgenklasse I (Zwischenwirbelabstände über 8 mm ohne reaktive Veränderungen) befand. 7,5% (30/404) der Pferde waren in Röntgenklasse II, 68,6% (277/404) in Röntgenklasse II–III und 24% (97/404) in Röntgenklasse III–IV.

Im Bezug auf Art des Körperbaus (Einteilung in hochquadratische (HQ), längsquadratische (LQ) und quadratische (Q) Pferde), reiterliche Auffälligkeiten, Palpationsbefund und den numerischen Größen (Alter, Gewicht, Stockmaß) konnten statistisch signifikante Einflüsse festgestellt werden. Hinsichtlich der Körperform war auffällig ( $p = 0,04408$ ), dass sich 39% (22/56) der HQ-Pferde in der Röntgenklasse III–IV befanden. Nur 21% (28/133) der LQ-Pferde und 21,7% (47/217) der Q-Pferde radiologische Veränderungen im Sinne der Röntgenklasse II–IV aufwiesen (Abb. 6).

Bei insgesamt 33 von 404 Pferden (8,2%) lag ein positiver Palpationsbefund (z.B. Druckdolenz, Verspannung der Muskulatur etc.) vor. Davon befanden sich 42,4% (14/33) in Röntgenklasse III–IV. Es konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,03528$ ) zwischen einem positiven Palpationsbefund und der Einteilung gemäß den radiologischen Veränderungen in Röntgenklasse III–IV festgestellt werden.

Ähnlich verhielt es sich mit den reiterlichen Auffälligkeiten, die im Zusammenhang mit Rückenproblemen beobachtet wur-



**Abb. 7** Rölf 5.2.4 – Vorkommen von „Zwischenräumen 2–8 mm mit reaktiven Veränderungen“ bzgl. sportlicher Nutzung  
\*\*hoch signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ) zu den übrigen Gruppen  
*German X-ray classification system Rölf 5.2.4: incidence of intervertebral space of 2–8mm with reactive changes regarding sporting activities.*  
\*\*High significant difference compared to the other groups ( $p \leq 0,01$ ).

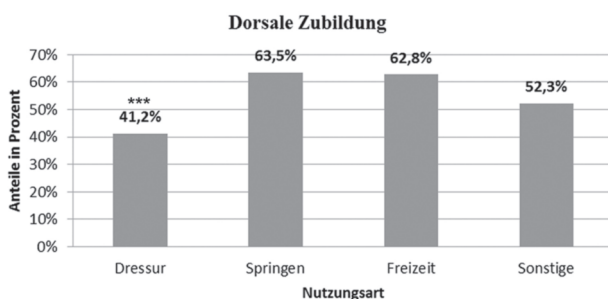
den. Laut der Besitzer bestanden bei 5,9% (24/404) der Pferde reiterliche Probleme. Hiervon zeigten 45,8% (11/24) radiologische Veränderungen im Sinne der Einteilung in die Röntgenklasse III–IV ( $p = 0,03549$ ). Bei den reiterlich unauffälligen Pferden waren es lediglich 22,6% (86/380).

Aus der vorliegenden Arbeit ergab sich zudem, dass mit steigendem Alter die radiologischen Befunde gemäß Röntgenleitfadens 2007 an der kranialen Brust- und Lendenwirbelsäule statistisch hoch signifikant ( $p = 0,005$ ) zunehmen. Das bedeutet, mit Zunahme des Alters steigen die Einzelbefunde an den Dornfortsätzen und damit die Einteilung in eine höhere bzw. schlechtere Röntgenklasse. Ebenso zeigte sich ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,005$ ) von Auftreten radiologischer Veränderungen und der Zunahme des durchschnittlichen Gewichts und Stockmaßes.

Bei der Betrachtung der Einzelbefunde an den Dornfortsätzen gemäß des Röntgenleitfadens 2007 fiel auf, dass besonders Dressurpferde ( $p = 0,005$ ), verglichen mit Spring-, Freizeit- und anderweitig genutzten Pferden, Zwischenwirbelabstände 2–8 mm ohne reaktive Veränderungen (RöLf 5.2.2.) im Bereich T16–T17 (30/119, 25,2%) und T17–T18 (39/119, 32,8%) aufwiesen. Ebenso war auffällig, dass bei Dressurpferden ( $p = 0,0160$ ) deutlich seltener Zwischenwirbelabstände



**Abb. 8** RöLf 5.2.6 – Verteilung von „Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung“ bzgl. sportlicher Nutzung \*signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) zu den übrigen Gruppen  
RöLf 5.2.6 – *Touching of spinous processes with strong sclerosing and/or bone formation. \*Significant difference compared to the other groups ( $p \leq 0,05$ ).*



**Abb. 9** – RöLf 5.2.9 Vorkommen von „Dornfortsätzen mit dorsalen Zubildungen“ bzgl. sportlicher Nutzung. \*\*\* höchst signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,001$ ) zu den übrigen Gruppen.  
RöLf 5.2.9 – *Distribution of spinous processes with dorsal bone formation. \*\*\* Highly significant difference compared to the other groups ( $p \leq 0,001$ ).*

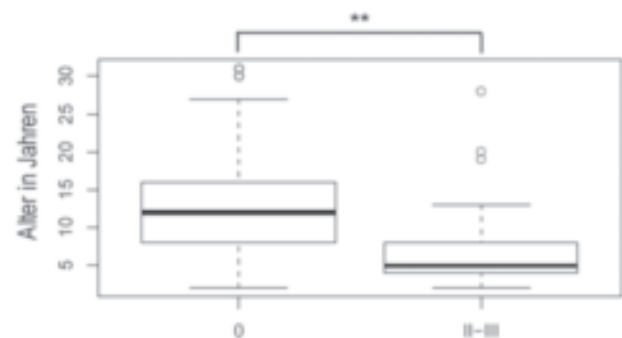
de 2–8 mm mit reaktiven Veränderungen (RöLf 5.2.4.), als vergleichsweise bei Springpferden (7,3% , 7/96), Freizeitpferden (12,4% , 18/145) und anderweitig genutzten Pferden (11,4% , 5/44) auftraten (Abb. 7).

Der Befund Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung (RöLf 5.2.6.) zeigte sich bei Springpferden (20,8% , 20/96), verglichen zu anderen Nutzungsarten (Dressurpferde: 7,6% [9/119], Freizeitpferde: 11,7% [17/145], sonstig genutzten Pferden: 15,9% [7/44]) statistisch signifikant häufiger ( $p = 0,0323$ ). Bei 10 von 33 Pferden (30,3%) mit positivem Palpationsbefund lag ein Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung (RöLf 5.2.6.) eines oder mehrerer Dornfortsätze vor ( $p = 0,0053$ ). Bei klinisch unauffälligen Probanden betrug der Wert nur 11,6% (43/371)(Abb. 8).

Ein Berühren der Dornfortsätze mit zystoidem Defekt (RöLf 5.2.7.) kam statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0009$ ) bei palpatorisch auffälligen Pferden vor (21,2% , 7/33). Klinisch unauffällige Tiere zeigten hingegen nur zu 3,8% (14/371) diesen Befund. Ähnlich verhielt es sich bei reiterlichen Problemen. Auch hier lag eine statistisch hohe Signifikanz von  $p = 0,00204$  für die o.g. Befunde vor.

Dornfortsätze mit zystoidem Defekt traten ebenfalls gehäuft bei Pferden mit positivem Palpationsbefund (36,4% , 12/33) und reiterlichen Problemen (41,7% , 10/24) auf. In beiden Fällen bestand ein höchst signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,001$ ). Dressurpferde (41,2% , 49/119) zeigten im Vergleich zu Springpferden (63,5% , 61/96), Freizeitpferden (62,8% , 91/145) und anderweitig genutzten Pferden (52,3% , 23/44) statistisch höchst signifikant ( $p = 0,001$ ) weniger dorsale Zubildungen an den Dornfortsätzen (RöLf 5.2.9.). Bei Springpferden (68,6% , 66/96) hingegen waren kraniale und/oder kaudale Zubildungen statistisch hoch signifikant häufiger ( $p = 0,00888$ ) als zum Beispiel bei Dressurpferden (42,2% , 55/119), Freizeitpferden (51,7% , 75/145) und sonstig genutzten Pferden (54,5% , 24/44). Auch bei diesem Befund konnten bei palpatorisch auffälligen Pferden sowie bei reiterlich auffälligen Pferden ein höchst signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,001$ ) festgestellt werden.

Der Befund Verschattungen dorsal, kappenartig (RöLf 5.2.13) konnte bei Dressurpferden (19,3% , 23/119) insgesamt stati-



**Abb. 10** RöLf 5.2.14 – Vorkommen von „Dornfortsätzen mit Verschattungen dorsal, kappenartig“ bzgl. Altersklassen (Durchschnittsalter). 0 = kein Befund gemäß RöLf 5.2.13, II–III = Befund gemäß RöLf 5.2.13  
\*\* hoch signifikant  $p \leq 0,01$   
RöLf 5.2.14: *distribution of dorsal, cap-like bone formations regarding average age.*

stisch höchst signifikant ( $p = 0,0004$ ) häufiger befundet werden als bei Pferden anderer Nutzungsarten (Springpferde: 5,2% [6/96], Freizeitpferde: 4,1% [6/145], sonstig genutzte Pferde: 4,5% [2/44]). Interessant war auch, dass diesen Befund besonders Pferde mit einem jüngeren Durchschnittsalter (7,19 Jahren) statistisch hoch signifikant ( $p = 0,005$ ) zeigten, im Vergleich zu durchschnittlich älteren Pferden (12,32 Jahren) (Abb 9 und 10).

## Diskussion

### Auswertungskriterien

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, einen Zusammenhang zwischen den radiologischen Befunden der Dornfortsätze im Bereich der Sattellage (T10–L1) gemäß dem Röntgenleitfaden 2007 und den physiologischen, numerischen sowie den klinischen Faktoren herzustellen. Dies soll dazu beitragen, dass die einzelnen radiologischen Befunde des Pferderückens hinsichtlich ihrer klinischen Relevanz genauer evaluiert werden können.

### Rasse und Geschlecht

In Übereinstimmung mit anderen Arbeiten (Jeffcott 1985, Haussler 1999b, Ranner und Gerhards 2002) konnte in dieser Arbeit kein Zusammenhang zwischen radiologischen Veränderungen im Sinne des Kissing Spines und den unterschiedlichen Pferderassen bzw. dem Geschlecht ermittelt werden.

### Alter

Anders verhielt es sich mit dem Alter. Dämmrich et al. (1993) waren bereits der Auffassung, dass die Wirbelsäule einem altersbedingten Formwandel unterliegt und somit sämtliche Veränderungen auch bei klinisch gesunden Tieren nachzuweisen sind. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen eine entsprechende Tendenz, da bei deutlich mehr durchschnittlich jungen Pferden Zwischenräume über 8mm ohne reaktive Veränderungen ( $p \leq 0,001$ ) gefunden wurden, als dies bei durchschnittlich älteren Pferden der Fall war. Dies bestätigt die Ergebnisse vorangegangener Studien bei Pferden (Ranner und Gerhards 2002, Werner 2006, Weinberger 2005, Holmer 2005, Brunken 2006, Erichsen et al. 2004). Betrachtet man in dieser Studie sowohl die Einzelbefunde an den Dornfortsätzen, als auch die Kategorisierung der Pferde nach dem Röntgenleitfaden in ihre Gesamtklasse, wird deutlich, dass mit zunehmendem Alter die Einzelbefunde vermehrt auftreten. Ebenso verhält es sich im Bezug auf die Gesamtkategorisierung laut Röntgenleitfaden, hier befinden sich ebenfalls mehr Pferde mit zunehmendem Alter in einer schlechteren Gesamtröntgenklasse, d.h. sie weisen deutlich häufiger und ausgeprägtere Veränderungen im Sinne des Kissing Spines auf ( $p = 0,005$ ).

### Hochquadratische Körperform (HQ)

Anhand der statistischen Auswertung dieser Arbeit zeigte sich, dass hochquadratische Pferde (HQ-Pferde) signifikant häufig ( $p = 0,0440$ ) eine schlechtere radiologische Klassifizierung (III–IV gemäß Rölf 2007) aufwiesen als Q- und LQ-Pferde. D.h. bei HQ-Pferden fanden sich deutlich häufiger massive

bzw. stark abweichende Befunde an den kaudalen Brust- und kranialen Lendenwirbelabschnitten als dies bei Q- bzw. LQ-Pferden der Fall war. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Auffassung von Jeffcott (1978, 1979, 1980, 1985b, 1993b), dass besonders Pferde mit kurzem Rücken knöcherne Veränderungen aufweisen.

### Gewicht und Stockmaß

Eine Mehrbelastung der „Brücke“ (Brücken-Sehnenkonstruktion) entsteht durch Zug bzw. Druck der Eingeweide. Hieraus resultiert eine zunehmende Ventroflexion der Brücke. Zusätzlich wird dies verstärkt durch das von außen einwirkende Gewicht des Reiters oder bei hochträchtigen Stuten durch das Gewicht des Fohlens (Meyer 1996). Den hier beschriebenen Ergebnissen zu Folge zeigten schwerere und größere Pferde häufiger Veränderungen an den Dornfortsätzen, die laut Rölf eine Kategorisierung III – IV zur Folge hatten. Dies könnte für eine physiologische Mehrbelastung der Brust- und Lendenwirbelsäule, wie bereits von Meyer (1996) sowie von Salis und Huskamp (1978) erläutert, sprechen.

### Klinisch auffällige und unauffällige Pferde

Brunken (2006) fand im Vergleich radiologischer Veränderungen von klinisch gesunden und klinisch auffälligen Pferden keine statistisch signifikanten Unterschiede, denn aus seiner Untersuchungsgruppe ergaben sich für die radiologischen Veränderungen exakt gleiche statistische Verteilungskurven. Jedoch berichteten Petterson et al. (1987) und Holmer (2005) von Veränderungen an den Dornfortsätzen von bis zu 91,5% der klinisch gesunden Pferde. Jeffcott (1978) ging sogar soweit, von einer Prädisposition mancher Pferde für Rückenerkrankungen aufgrund des Berührens der Dornfortsatzkappen zu sprechen, signifikant häufiger jedoch bei klinisch bereits auffälligen Pferden. Die vorliegenden Ergebnisse gleichen denen Jeffcotts. Es konnte gezeigt werden, dass sich berührende Dornfortsätze mit zystoiden Defekten bzw. Dornfortsätze mit zystoidem Defekt sowohl bei palpatorisch auffälligen, als auch bei reiterlich auffälligen Pferden deutlich häufiger auftraten, als bei klinisch und reiterlich unauffälligen Tieren.

Dasselbe konnte bei Zubildungen der kranialen und/oder kaudalen Kontur der Dornfortsätze beobachtet werden. Hier zeigten 87,9% der palpatorisch auffälligen Tiere sowie 91,7% der reiterlich auffälligen Tiere diese Veränderungen. Der Anteil lag bei den gesunden Tieren deutlich niedriger (51,5% bzw. 52,1%). Stadler und Martens (2006) sind der Auffassung, dass bei Pferden mit klinisch diagnostizierten Rückenbeschwerden das Kissing Spines Syndroms (KSS) dreimal häufiger auftritt, als bei rückengesunden Tieren. In der eigenen Untersuchung zeigten klinisch und reiterlich auffällige Tiere fast doppelt so häufig radiologische Befunde nach Röntgenklasse III–IV wie gesunde Pferde. Walmsley und Petterson et al. (2002) sind der Ansicht, dass rückengesunde Pferde radiologische Veränderungen im Sinne des Kissing Spines Syndrom zeigen, die über Monate bzw. Jahre hin keinerlei Probleme machen, jedoch bei entsprechender Aktivierung, z.B. durch ein Trauma, ursächlich für Rückenprobleme angesehen werden können. Um eine gezielte Differenzierung klinisch relevanter Befunde erheben zu können, riet er, ähnlich wie Ranner und Gerhards (2002) und Nowak (1988), zu einer genauen Abklärung mittels Szintigraphie.

Die einzelnen radiologischen Befunde hinsichtlich der Auswertungskriterien

RöLf 5.2.14 Verschattungen, dorsal, kappenartig (Abb. 11)

Bei diesen isolierten Verschattungen handelt es sich zum einen um eine sog. „Verstauchung“ des Ligamentum supraspinale (Butler et al. 2010). Die Ursache hierfür ist oft ein Trauma wie beispielsweise ein durch den Reiter verursachter Stoß. Dabei kommt es an den dorsalen Dornfortsatzenden zu Erhebungen des Periost im Bereich der Insertionsstelle des Ligamentum supraspinale. Reitpferde (Dressurpferde) kompensieren den von dorsal einwirkenden Druck (Reitergewicht) durch aktive Rückenmuskelkontraktion. Dabei kommt es zu einer Wirbelsäulenversteifung und einer dorsalen Aufwölbung der Wirbelsäule. Bei einer gleichzeitigen Anlehnung des Halses verhindert dieser Zustand eine federnde Auf- und Abwärtsbewegung des Rückens und führt zu einem Stoßen bzw. Werfen des Reiters. Monate bis jahrelanges Training derartiger gerittener Pferde verursacht Muskelschäden sowie deutlich radiologische Veränderungen der Dornfortsätze (Meyer 1996, 2006, Heuschmann 2008, von Salis und Huskamp 1978). In dieser Untersuchung konnten Verschattungen dorsal kappenartig signifikant ( $p = 0,004$ ) häufiger bei Dressurpferden nachgewiesen werden. Zudem zeigten besonders durchschnittlich jüngere Pferde (Durchschnittsalter 7,15 Jahre) diese Veränderungen im Bereich der Sattellage ( $p = 0,0001$ ). Dies würde jedoch eher für die von Grimmelmann (1977) und Holmer (2005) postulierte These sprechen, dass es sich bei diesem Befund um Knorpelkappen mit eigenem Ossifikationskern handelt und als physiologisch anzusehen ist. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass hier durchwegs junge, bereits gerittene Pferde untersucht wurden. Eine weiterführende Studie zum Vergleich gerittener und nicht gerittener Pferde ist zur weiteren Differenzierung erforderlich.

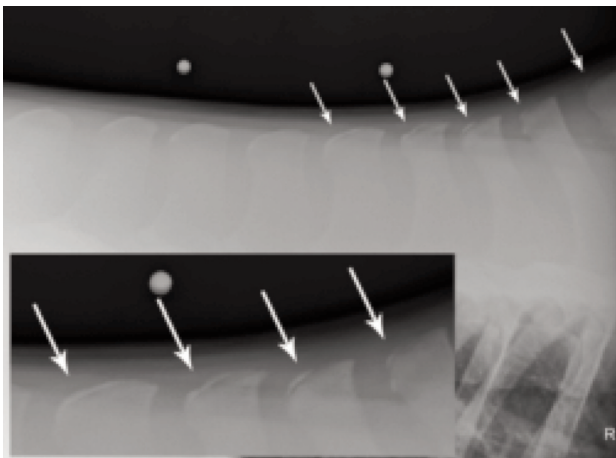


Abb. 11 Röntgenklasse II – III; RöLf 5.2.14 Verschattung, dorsal, kappenartig  
X-ray class II-III; RöLf 5.2.14 dorsal cap-like formations

RöLf 5.2.2 Zwischenräume 2 bis 8 mm ohne reaktive Veränderungen und RöLf 5.2.3 Zwischenräume kleiner 2 mm ohne reaktive Veränderungen (Abb. 12)

In der Literatur existiert bisher keine vergleichende Studie, die Abstände zwischen den Dornfortsatzenden von 2–8 mm und < 2 mm, jeweils ohne reaktive Veränderungen, direkt gegenüberstellt. Es besteht lediglich eine genauere Betrachtung der

Abstände < 4 mm ohne Sklerosierungen. Diese Veränderungen sind laut Rieland (2002) zu 15,9%, nach Brunken (2006) zu 13,8% und bei Holmer zu 14,6% bei rückengesunden Pferden vorhanden. Aus diesem Grund wurden diese Veränderungen übereinstimmend nicht als Ursache für Rückenprobleme gewertet. In der vorliegenden Untersuchung konnte ebenfalls festgestellt werden, dass sehr kleine Abstände (< 2 mm) ohne Veränderungen nur zu einem geringen Prozentsatz (4,21%) aller Pferde nachzuweisen waren (17/404). Verglichen mit den durchschnittlich jüngeren Tieren zeigen Pferde mit höherem Durchschnittsalter häufiger diese Veränderungen. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass Zwischenräume von < 2 mm ohne Veränderungen an sich keine Rückenprobleme verursachen müssen und bei durchschnittlich älteren, gerittenen Tieren als physiologisch bzw. altersbedingte anatomische Anpassungen angesehen werden können.

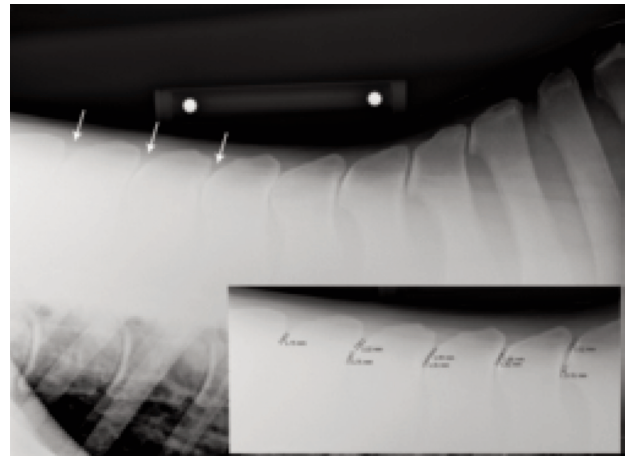


Abb. 12 Röntgenklasse II – III; RöLf 5.2.3 Zwischenräume kleiner 2 mm ohne reaktive Veränderungen  
X-ray class II-III; RöLf 5.2.3 intervertebral space of 2-8mm without reactive changes

Anders verhielt es sich bei der Betrachtung der Zwischenräume von 2–8 mm ohne Veränderungen. Dieser Befund trat bei 88,6% der Pferde auf sowie vermehrt bei Pferden mit höherem Durchschnittsalter ( $p = 0,0018$ ). Dressurpferde zeigten im Vergleich mit anderen Nutzungsarten (Spring-, Freizeitpferd, Sonstige) diese Veränderungen signifikant häufiger zwischen T16–T17 ( $p = 0,0052$ ) und zwischen T17–T18 ( $p = 0,0059$ ). Dies könnte im Zusammenhang mit der Art der Nutzung und der Reitweise stehen.

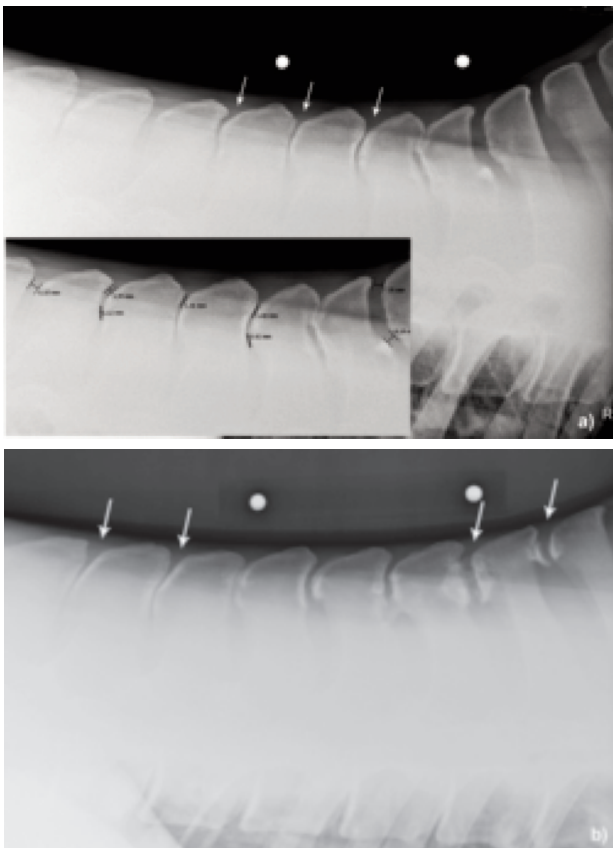
Denn ein zu frühes und unsachgemäßes Ausbilden der Pferde, sowie das Verwenden von Schlaufzügeln stellt eine mögliche Ursache für die Entstehung von Kissing Spines (KS) dar. Dadurch werden die Pferde mit Gewalt an die Hand bzw. an den Zügel gestellt, wodurch sich ein Durchbiegen der Wirbelsäule ergibt. Hierbei ändert sich die Stellung der einzelnen Wirbel zueinander, indem die Wirbelkörper auseinanderweichen (von Salis und Huskamp 1978, Dämmrich et al. 1993 und Heuschmann 2008). Eine derartige Absenkung des Rückens stellt sich bereits durch die Belastung durch das Reitergewicht ein (Walmsley und Petterson et al. 2002). Ebenso wird das Bild des durchgedrückten Rückens im Zusammenhang mit dressurmäßigem Reiten und stark aufgerichtetem, engem Hals beobachtet (Meyer 1996, 2006) und Heuschmann 2008). Ähnliches ergibt sich bei einer zu hohen Kopfhals-Position (Meyer 1996, 2006 und Dämmrich et al.

1993). Gomez et al. (2006) konnten in ihren Laufbandversuchen nachweisen, dass eine sehr hohe Kopf-Hals-Haltung eine Verringerung der intervertebralen Abstände zur Folge hat. Auch Turner (2011) stellte in ihrer Studie fest, dass besonders Dressurpferde signifikant häufiger (55%) an Kissing Spines erkrankten.

Da in der vorliegenden Untersuchung 88,6% der Pferde, davon vermehrt durchschnittlich ältere und für die Dressur genutzte Tiere diese Veränderungen aufwiesen, kann angenommen werden, dass Engstände zwischen den Dornfortsätzen ohne Reaktionen bei reiterlich genutzten Pferden einen physiologischen Einwirkungsprozess darstellen. Dies bedingt höchst wahrscheinlich eine vermehrte Ventroflexion der Wirbelsäule im Bereich der Sattellage und führt somit zu einem zunehmenden Annähern der Dornfortsätze. Die in dieser Studie aufgetretene Signifikanz im Bereich T16–T18 lässt darauf schließen, dass in diesem Bereich die größte dorsale Druckeinwirkung, verursacht durch das Gewicht des Reiters, auftritt.

RöLf 5.2.4, Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Abb. 13)

Neben durchschnittlich älteren Pferden ( $p=0,0188$ ) waren hiervon auch deutlich weniger Dressurpferde als Spring- und Freizeitpferde ( $p=0,0160$ ) betroffen. Die Begründung kann in der höheren Beanspruchung des Rückens bei derartig genutzten Pferden gesehen werden. Dieses Ergebnis stützt die

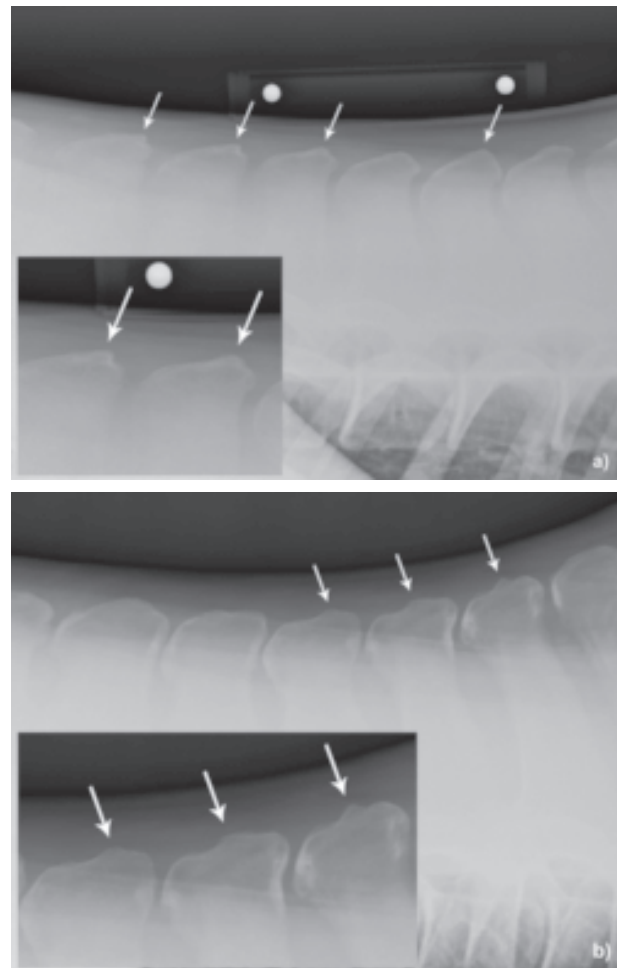


**Abb. 13 a/b** Röntgenklasse II–III; RöLf 5.2.4 Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Sklerosierungssaum, Zubildung)  
X-ray class II–III; RöLf 5.2.4 intervertebral space of 2–8mm with reactive changes (sclerosing and/or bone formation).

Auffassung von Jeffcott (1979, 1980 a/b, 1993 a/b), von Salis und Huskamp (1978) und Dämmrich et al. (1993), dass bei Springpferden eine Annäherung und schließlich Berührung der Dornfortsätze auftritt. Bevorzugt sind hier vom Absprung bis zur Mitte des Sprungs Wirbelsäulenabschnitte mit der größten dorsoventralen Flexion betroffen, gefolgt von Abschnitten mit einer Dorsoflexion kurz vor der Landung. Dadurch erfahren die sich berührenden Wirbel eine Erschütterung und eine bereits bestehende Pseudoarthrose eine erneute Traumatisierung.

RöLf 5.2.9 Dorsale Zubildung (Abb. 14)

Die häufig vorkommenden Rauigkeiten der Dornfortsatzenden können hinsichtlich Form und Ausprägung als unphysiologisch angesehen werden (Sager 1997, Holmer 2005). Derartige knöcherne Zubildungen sowie repetitive Zerrung des Ligamentum supraspinale sind somit als mögliche Ursache für Rücken-



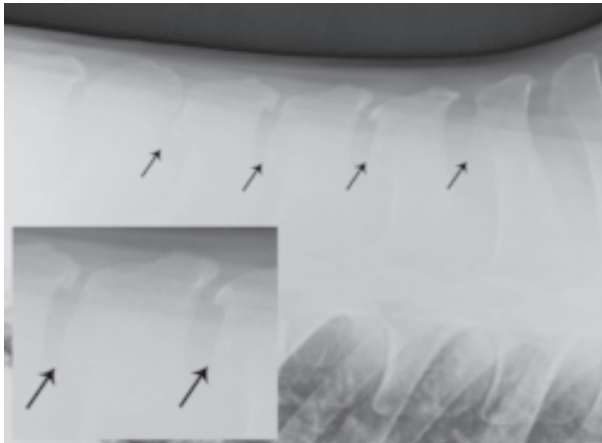
**Abb. 14 a/b** Röntgenklasse II; RöLf 5.2.10 Zubildung dorsal  
X-ray class II RöLf 5.2.10 dorsal bone formation.

beschwerden zu werten (Jeffcott 1978). Auffällig war bei diesem Befund, dass besonders durchschnittlich ältere Pferde ( $p=0,001$ ) als auch höchst signifikant seltener Dressurpferde ( $p=0,0013$ ) betroffen waren. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Holmer 2005 (81,1% alte Pferde, Springpferde ( $p=0,0042$ )). Dies könnte sich durch eine deutlich stärkere Beanspruchung des Ligamentum supraspinale bei den Bewegungsabläufen von Spring- und Freizeitpferden erklären.

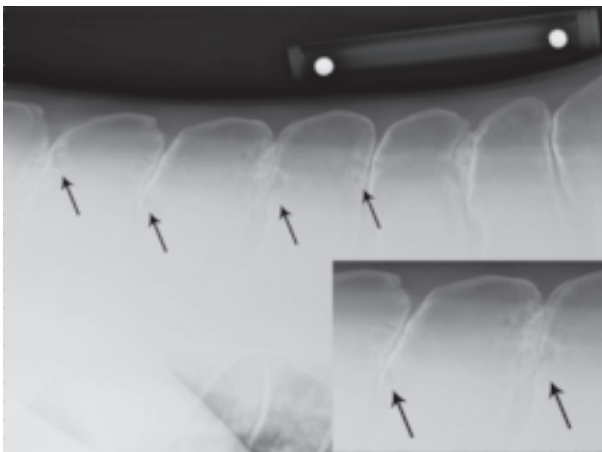


### RöLf 5.2.10 Zubildungen, kraniale und/oder kaudale Kontur (Abb. 15 und 16)

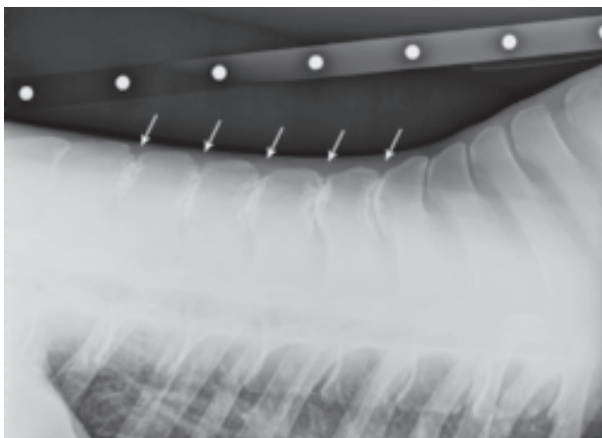
Auch dieser Befund wird in der Literatur als unphysiologisch erachtet (Sager 1997). In der eigenen Untersuchung traten kraniale und/oder kaudale Zubildungen bei 54,5% der Pfer-



**Abb. 15** Röntgenklasse II–III; RöLf 5.2.11 Zubildungen kraniale und/oder kaudale Kontur  
X-ray class II–III RöLf 5.2.11 bone formation cranial and/or caudal margin.



**Abb. 16** Röntgenklasse III–IV; RöLf 5.2.8 Dornfortsätze mit zystoidem Defekt  
X-ray class III–VI RöLf 5.2.8 spinous processes with cystoid defect.



**Abb. 17** Röntgenklasse III–IV; RöLf 5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starken Sklerosierungen und/oder Zubildungen  
X-ray class III–VI RöLf 5.2.6 touching of spinous processes with strong sclerosing and/or bone formation.

de, sowie signifikant ( $p = 0,0088$ ) häufiger bei Springpferden und durchschnittlich älteren Pferden ( $p = 0,0474$ ) auf. Auch hier könnte die stärkere Beanspruchung der einzelnen Bandstrukturen, v.a. der Ligamenta interspinalia bei Springpferden ursächlich sein. Dies erklärt sich aus einer verstärkten Ventroflexion und Extension während des Sprunges, wie sie bei Springpferden auftritt (Jeffcott 1979, 1980 a/b, 1993 a/b, von Salis und Huskamp 1979, Dämmrich et al. 1993). Die Rückenmuskulatur erfährt bei derartig durchgebogener Wirbelsäule eine Verkrampfung und die Ligamenta interspinalia werden durch aneinanderstoßende Dornfortsätze repetitiv gequetscht (von Salis und Huskamp 1979). Randelhoff (1997) und Holmer (2005) bezeichnen diese Veränderungen als zystenähnliche Veränderungen. Diese Aufhellung kranial am Dornfortsatz konnte Holmer nur bei einem Pferd der insgesamt 267 untersuchten Tiere nachweisen. Aus diesem Grund ist sie der Meinung, dass das Vorkommen und die damit verbundene klinische Relevanz nur als sehr gering zu werten sind. Ueltschi (1995) ist hingegen der Überzeugung, dass es sich dabei um sogenannte „Trümmerzysten“ handelt (Knochendefekte mit zystischer Hohlraumbildung, Pschyrembel 1994). Jeffcott (1978) sah diese kleinen Knochenzysten als deutliche Reaktion auf das Reiben der Dornfortsatzkappen im Bereich der Sattellage an. Eine besondere Veranlagung für knöcherne Veränderungen stellte er besonders bei Pferden mit kurzem, unbeweglichem Rücken fest. Entsprechend dieser Auffassung können die eigenen Ergebnisse bezüglich zystoider Defekte an den Dornfortsätzen interpretiert werden. Diese konnten bei 14,9% (60/404) der Pferde nachgewiesen werden, wovon besonders HQ-Pferde (Pferde mit kurzem Rücken, 26,79% (15/56)) betroffen waren. Für eine genauere Differenzierung des Befundes wäre eine weiterführende Studie mit einem Vergleich von klinischer und radiologischer Befunderhebung und pathologischer Erscheinungsform erforderlich.

### RöLf 5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung (Abb. 17)

Dieser Befund wurde bei 53 der 404 Pferde (13,12%) diagnostiziert. In Studien von Holmer (2005) und Brunken (2006) lag der Prozentsatz bei 17,0% bzw. 11,7%. Bei Riehl (2002) wiesen nur 8,3% der Pferde diesen Befund auf. Vermehrt trat ein Berühren der Dornfortsätze mit reaktiven Veränderungen an den Dornfortsätzen T11–L1 mit einer Häufung bei T16 auf (6,93%). Nach Sager (1997) waren besonders die Dornfortsätze von T10–L1 betroffen, hier lag eine Häufung bei T14–T16 vor. Jeffcott (1975a) beschrieb diesen Befund vorrangig am 12. bis 17. Brustwirbel. Holmer (2005) wies nach, dass sich ein Kontakt zweier Dornfortsätze zwischen dem 13. Brustwirbel und dem 3. Lendenwirbel feststellen ließ. Zudem traten diese Veränderungen bei Springpferden (37%,  $p = 0,0323$ ) auf. Dies könnte sich, wie bereits mehrfach angesprochen, durch eine vermehrte Beanspruchung des Sattellagenbereiches während des Sprunges erklären (Jeffcott 1978, 1980 a/b, 1993 a/b, von Salis und Huskamp 1979 sowie Dämmrich et al. 1993).

### Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass radiologische Befunde an den Dornfortsätzen im Bereich der Sattellage auch bei klinisch gesunden Pferden vorkommen. Dennoch treten erhebliche Veränderungen gemäß der Röntgenklasse

III–IV laut Röntgenleitfaden 2007 bei klinisch und reiterlich auffälligen Pferden deutlich häufiger auf. In der vorliegenden Arbeit zeigt sich, dass die Art der sportlichen Nutzung, Körperform, Alter, Gewicht und Stockmaß deutliche Einflüsse für das Auftreten von Befunden an den Dornfortsätzen darstellen. Die Mehrzahl aller untersuchten Pferde zeigte aber trotz erheblicher röntgenologischer Veränderungen an den Dornfortsätzen keinerlei klinische Anzeichen einer Rückenerkrankung. Jedoch besteht bei diesen Pferden eine höhere Wahrscheinlichkeit, am Kissing Spines Syndrom zu erkranken.

### Erklärung zum Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals der ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors) und der deutschen Arbeitsgruppe „Interessenkonflikte in der Medizin“ ([www.aerzteblatt.de/11m0256](http://www.aerzteblatt.de/11m0256)) besteht. Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Beziehungen zu Dritten, deren Interessen vom Inhalt des Manuskriptes positiv oder negativ betroffen sein könnten.

### Literatur

- Brunken G., De Besi N., Königsmann-Brunken D. (2006) Radiologische Untersuchungen an den Dornfortsätzen der Rückenwirbel. *Prakt. Tierarzt* 7, 617-620
- Butler J. A., Colles C. M., Dyson S. J., Kold S. E., Poulos P. W. (2010) *Clinical radiology of the horse*. Third Edition, Wiley- Blackwell/ A. John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 535-571
- Dämmrich K., Randelhoff A., Weber B. (1993) Ein morphologischer Beitrag zur Biomechanik der thorakolumbalen Wirbelsäule und zur Pathogenese des Syndroms sich berührender Dornfortsätze (Kissing Spines- Syndrom) bei Pferden. *Pferdeheilkunde* 9, 267-281
- Erichsen C., Eksell P., Roethlisberger Holm K., Lord P., Johnston C. (2004) Relationship between scintigraphic and radiographic evaluations of spinous processes in the thoracolumbar spine in riding horses without clinical signs of back problems. *Equine vet. J.* 36, 458-465
- Fahrmeir L., Künstler R., Pigeot I., Tutz G. (2003) *Statistik, der Weg zur Datenanalyse*. Vierte, verbesserte Auflage. Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg; New York; Hongkong; London; Mailand; Paris; Tokio
- Geiger C. P. (2012) Radiologische Befunderhebung an der Brustwirbelsäule des Pferdes gemäß des Röntgenleitfadens 2007 unter Berücksichtigung der klinischen Relevanz. *Vet. Med. Diss. München*
- Gómez Álvares C. B., Rhodin M., Bobbert M. F. (2006) The effect of head and neck position on kinematics in the unridden horse. *Equine vet. J.* 36 (Suppl.), 445-451
- Grimmelmann E. (1977) Ossifikationsvorgänge an den Dornfortsätzen der Brust- und Lendenwirbelsäule beim Pferd. *Vet. Med. Diss., Hannover*
- Harms V. (1998) *Biomathematik, Statistik und Dokumentation*. 7. überarbeitete Auflage, Verlag Harms, Kiel- Mönkeberg
- Hausler K. K. (1999b) Anatomy of the thoracolumbar vertebral region. *Vet. Clinics of North Am. Eq. Pract.* 15, 13-26
- Heuschmann G. (2008) Finger in der Wunde Was Reiter wissen müssen, damit ihr Pferd gesund bleibt. 2. überarbeitete Auflage. Wu Wie Verlag, Schondorf
- Holmer M. (2005) Röntgenbefunde an den Dornfortsätzen klinisch rückengesunder Warmblutpferde. *Vet. Med. Diss. München*
- Jeffcott L. B. (1975 a) Radiographic examination of the equine back case. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 46, 133
- Jeffcott L. B. (1978) Klinische und röntgenologische Diagnostik der Wirbelsäulenerkrankungen des Pferdes. *Prakt. Tierarzt* 4, 272-284
- Jeffcott L. B. (1979 a) Back problems in the horse – a look at past, present and future progress. *Equine vet. J.* 11, 129-136
- Jeffcott L. B. (1979 b) Radiographic examination of the equine vertebral column. *Vet. Radiol Ultrasound* 20, 135-139
- Jeffcott L. B. (1979c) Radiographic features of the normal equine thoracolumbar spine. *Vet. Radiol. Ultrasound* 20, 140-147
- Jeffcott L. B. (1979d) Backproblems in the horse – a method of clinical examination. *In Practice* 1, 4-15
- Jeffcott L. B., Dalin G. (1980) Natural rigidity of horse s backbone. *Equine Vet. J.* 12, 197-210
- Jeffcott L. B. (1980a) Disorders of the thoracolumbar spine of the horse – a survey of 443 cases. *Equine Vet. J.* 12, 197-210
- Jeffcott L. B. (1980b) Guidelines for the diagnosis and treatment of back problems in horses. *Proceed. AAEP* 26, 381-387
- Jeffcott L. B. (1985) Sacroiliac lesions as a cause of chronic poor performance in competitive horses. *Equine vet. J.* 17, 111-118
- Jeffcott L. B. (1985 B) Conditions causing thoracolumbar pain and dysfunction in horses. *Proc. AAEP* 31, 285-296
- Jeffcott L. B. (1993 a) Rückenprobleme des Athleten „Pferd“/ 1. Ein Bericht über das Erkennen und die Möglichkeiten der Diagnose. *Pferdeheilkunde* 9, 143-150
- Jeffcott L. B. (1993b) Rückenprobleme beim Athleten Pferd/ 2. Mögliche Differentialdiagnosen und Therapiemethoden. *Pferdeheilkunde* 9, 223-236
- Meyer H. (1996) Zum Zusammenhang von Halshaltung, Rückentätigkeit und Bewegungsablauf beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 12, 807-822
- Meyer H. (2006) Die natürliche Kopf-Hals-Position des Pferdes und ihre Veränderungen durch den Menschen. *Pferdeheilkunde* 22, 694-697
- Nowak M. (1988) Die klinische, röntgenologische und szintigraphische Untersuchung bei den sogenannten Rückenproblemen des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 4, 193-198
- Pettersson H., Strömberg B., Myrin I. (1987) Das thorakolumbale, interspinale Syndrom (TLI) des Reitpferdes- Retrospektiver Vergleich konservativ und chirurgisch behandelter Fälle. *Pferdeheilkunde* 3, 313-319
- Psyhyrembel (1994) *Klinisches Wörterbuch*. 257. Auflage. Verlag Walter de Gruyter, Berlin
- Randelhoff A. (1997) Pathologische, anatomische und histologische Untersuchungen zur Pathogenese von Wirbelsäulenveränderungen bei Pferden. *Vet. Med. Diss. FU Berlin*
- Ranner W. (1997) Das Rückenproblem beim Pferd – Eigene Untersuchungen und kritische Betrachtungen. *Vet. Med. Diss. München*
- Ranner W., Gerhards H. (2002) Vorkommen und Bedeutung von Rückenerkrankungen – insbesondere des „Kissing Spine“-Syndroms – bei Pferden in Süddeutschland. *Pferdeheilkunde* 18, 21-33
- Rieland E. J. (2002) Radiological findings in the spinous processes in clinically sound horses. *Proceed. MICEM, Maastricht*
- Röntgenleitfaden (2007) Zweite Röntgenkommission (Gerhards H., Hertsch B., Jahn W., von Saldern F.) Gesellschaft für Pferdemedizin e.V., zuletzt publiziert 2003 in: *Pferdeheilkunde* 19, 185-198
- Sager J. (1997) Die Erkrankungen der Processus spinosi der Brust- und Lendenwirbelsäule des Pferdes – eine klinische und röntgenologische Studie. *Vet. Med. Diss. FU-Berlin*
- von Salis B., Huskamp B. (1978) Vorläufige Erfahrungen mit der konservativen und chirurgischen Behandlung der Wirbelsäulenerkrankung der Pferde. *Prakt. Tierarzt* 4, 281-284
- Stadler P., Martens I. (2006) Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule als Ursache für Rittigkeitsprobleme – Diagnose. *bpt-Kongress, Nürnberg 2006, Tagungsband, S. 62-68*
- Turner T. A. (2011) Overriding spinous processes (“kissing spines”) in horses: diagnosis, treatment and outcome in 212 cases. *Proc. AAEP* 57, 424-430
- Ueltschi G. (1995) Radiographie und Szintigraphie der Wirbelsäule. In: Knezevic P. F.: *Orthopädie bei Huf- und Klauentieren*. Schattauer, Stuttgart
- Walmsley J. P., Pettersson H., Winberg F., Mcevoy F. (2002) Impingement of the dorsal spinous processes in two hundred and fifteen horses: case selection, surgical technique and results. *Equine vet. J.* 34, 23-28
- Werner G. (2006) Die Auswirkung der Sattelpassform von Trainings-sätteln auf die Rückengesundheit von Vollblutpferden: Ein Vergleich klinischer und röntgenologischer Untersuchungsergebnisse mit Druckmessungen unter dem Sattel. *Diss. Med. Vet. Zürich*, 1-54
- Weinberger T. (2005) Auswertung Röntgenologischer Rückenuntersuchungen bei Vollblütern. Befunde und Bezug zur Leistungsfähigkeit anhand der Rennergebnisse. *XVI. Tagung über Pferdekrankheiten, Essen 4.-5. März 2005, Tagungsband 61-64*